繁育川硬皮肿腿蜂替代寄主的筛选

黄 琼[1]，周祖基[1*]，杨 伟[1]，胡 杰[2]，杨春平[1]

(1. 四川农业大学森林保护学省级重点实验室，四川雅安 625000；2. 四川农业大学职业技术师范学院，四川雅安 625000)

摘要：在室内用直接接蜂和药物麻醉寄主后接蜂的方法，对杉棕天牛 *Callidium villosulum* Fairmaire、粗鞘双条杉天牛 *Semanotus sinoauster* Gressitt、苹眼天牛 *Bacchisa dioica* (Fairmaire)、星天牛 *Anoplophora chinensis* (Forster)、玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée)、大螟 *Sesamia inferens* (Walker)、桃蛀螟 *Dichocrocis punctiferalis* Guenée、鞭角华扁叶蜂 *Chinolyda flagellicornis* (Smith)、家蝇 *Musca domestica vicina* Macquart 和黄粉甲 *Tenebrio molitor* L. 等 10 种昆虫作为川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* Xiao 繁蜂替代寄主的适合性进行了系统的测试，比较了川硬皮肿腿蜂在不同供试寄主上的寄生率、出蜂率、发育历期、后代的雌性比率、寄生繁殖能力和冷藏对成蜂存活的影响。结果表明，不同寄主及寄主的不同处理间只有寄生率和出蜂率两项指标可能有显著差异，能反映繁蜂寄主的适合性。据此，从 10 种供试寄主中筛选出黄粉甲和玉米螟两种优良的繁蜂替代寄主，为该蜂的大规模繁殖及应用奠定了基础。

关键词：川硬皮肿腿蜂；黄粉甲；玉米螟；人工繁育；替代寄主；适合性

中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2005)03-0375-05

Screening substitute hosts for mass rearing of *Scleroderma sichuanensis* Xiao (Hymenoptera：Bethylidae)

HUANG Qiong[1]，ZHOU Zu-Ji[1*]，YANG Wei[1]，HU Jie[2]，YANG Chun-Ping[1] (1. The Provincial Key Laboratory of Forest Protection，Sichuan Agriculture University，Ya'an，Sichuan 625000，China；2. Institute of Vocational Pedagogue，Sichuan Agriculture University，Ya'an，Sichuan 625000，China)

Abstract：Suitability of 10 candidate insects as substitute hosts for mass rearing of *Scleroderma sichuanensis* Xiao was systematically tested by inoculating the wasp on the hosts directly or after anaesthetized with different anaesthetics in the laboratory. The tested hosts included *Callidium villosulum* Fairmaire，*Semanotus sinoauster* Gressit，*Bacchisa dioica* (Fairmaire)，*Anoplophora chinensis* (Forster)，*Ostrinia furnacalis* (Guenée)，*Sesamia inferens* (Walker)，*Dichocrocis punctiferalis* Guenée，*Chinolyda flagellicornis* (Smith)，*Tenebrio molitor* L. and *Musca domestica vicina* Macquart. The parasitization rate，the wasp emergence rate (%)，the immature duration of the wasp，the female proportion in offspring (%)，the fecundity and the survival rate (%) of female wasps kept at 8 – 10℃ and 50% – 60% RH were compared for the wasps inoculated on different hosts. The results showed that of above indices，only two indices，*i.e.* the parasitization rate and the wasp emergence (%)，might have significant difference between different hosts or the same hosts with different anaesthetic treatments and could reflect the substitute host suitability. Two proper substitute host species，*i.e.* *O. furnacalis* and *T. molitor*，for breeding *S. sichuanensis* were selected from the 10 tested hosts，which laid a foundation for mass rearing and application of *S. sichuanensis*.

Key words：*Scleroderma sichuanensis*；*Tenebrio molitor*；*Ostrinia furnacalis*；mass rearing；substitute host；host suitability

川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* Xiao 是 1994 年在四川泸县国营林场的粗鞘双条杉天牛 *Semanotus sinoauster* Gressitt 上发现的新种(萧刚柔，1995)，是天牛幼虫和蛹的外寄生蜂。该蜂的寄主范

基金项目：四川省教委重点科研项目(川教科〈1996〉18)

作者简介：黄琼，女，1971 年生，四川南充人，硕士，讲师，主要从事森林昆虫学及园林昆虫学的教学与科研工作

* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：zhouzuji@sina.com

收稿日期 Received：2004-10-19；接受日期 Accepted：2005-01-18

围广、搜索攻击力强、寄生率高,是防治部分天牛及其他一些钻蛀性害虫的较理想天敌,已被广泛应用于粗鞘双条杉天牛和花椒虎天牛 *Clytus validus* Fairmaire 等钻蛀性害虫的防治,取得了较好的防效(周祖基等,1997)。但多年来,该蜂的人工繁育一直以世代周期长、不易人工获得的天牛类幼虫作为主要的繁蜂寄主(曾垂惠等,1997),因而繁蜂成本高,规模小,给该蜂的推广应用带来了一定困难。为寻求更好的替代繁蜂寄主,以降低繁蜂成本,扩大繁蜂规模,满足农林生产中害虫生物防治的需要,作者对该蜂的繁蜂替代寄主进行了较为系统的研究,现将研究结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 种蜂来源

种蜂为取自本实验室肿腿蜂繁育中心用杉棕天牛 *Callidium villosulum* Fairmaire 和粗鞘双条杉天牛 *S. sinoauster* 繁殖的第 6 代川硬皮肿腿蜂成虫。

1.2 供试寄主

通过前期预备实验,并综合考虑寄主昆虫的易获得性及其作为繁育川硬皮肿腿蜂替代寄主的适合性和繁蜂成本等因素,选择以下 10 种昆虫作为供试寄主:杉棕天牛、粗鞘双条杉天牛、苹眼天牛 *Bacchisa dioica* (Fairmaire)、星天牛 *Anoplophora chinensis* (Forster)、玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée)、大螟 *Sesamia inferens* (Walker)、桃蛀螟 *Dichocrocis punctiferalis* Guenée、鞭角华扁叶蜂 *Chinolyda flagellicornis* (Smith)和家蝇 *Musca domestica vicina* Macquart 的老熟幼虫以及黄粉甲 *Tenebrio molitor* L.的蛹。

1.3 接蜂试验

1.3.1 直接接蜂 繁育川硬皮肿腿蜂时,接蜂的蜂虫比主要与寄主的活动能力及个体大小有关(曾垂惠等,1997),根据前期对供试寄主的预备试验结果设定接蜂试验的蜂虫比(表 1)。将供试寄主,按每管 1 头分装于经灭菌处理的指形管(长 70 mm,内径 8 mm)中,按表 1 的蜂虫比直接接蜂后,置于培养箱(25℃ ± 1℃,RH 为 70%左右)中培养。每种寄主重复接蜂 5 次,每次接蜂 15 管。每天观察川硬皮肿腿蜂在各种寄主上的产卵、孵化、化蛹和羽化等情况,直至蜂全部羽化,统计育出的成蜂数量及其雌性比率。

表 1 供试寄主体长及接蜂的蜂虫比

Table 1 Stage and body length of the hosts tested and ratio of the inoculated wasp to host in *Scleroderma sichuanensis* Xiao

供试寄主 Host tested	发育期 Stage	体长 Body length (cm)	蜂虫比 Wasp:host
杉棕天牛 *Callidium villosulum* Fairmaire	幼虫 Larva	0.5~1.0	1:1
苹眼天牛 *Bacchisa dioica* (Fairmaire)	幼虫 Larva	0.5~1.0	1:1
粗鞘双条杉天牛 *Semanotus sinoauster* Gressitt	幼虫 Larva	2.5~4.0	5:1
星天牛 *Anoplophora chinensis* (Forster)	幼虫 Larva	4.0	5:1
黄粉甲 *Tenebrio molitor* L.	蛹 Pupa	1.0~1.5	2:1
玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée)	幼虫 Larva	1.5~2.0	3:1
大螟 *Sesamia inferens* (Walker)	幼虫 Larva	2.5~4.0	5:1
桃蛀螟 *Dichocrocis punctiferalis* Guenée	幼虫 Larva	1.5~2.0	3:1
鞭角华扁叶蜂 *Chinolyda flagellicornis* (Smith)	幼虫 Larva	1.5	1:1
家蝇 *Musca domestica vicina* Macquart	幼虫 Larva	0.5~1.0	1:1

1.3.2 寄主麻醉后接蜂:供试的杉棕天牛、苹眼天牛、粗鞘双条杉天牛和鞭角华扁叶蜂的幼虫活动比较弱,直接接蜂后即能被麻痹寄生;而星天牛、玉米螟、大螟、桃蛀螟和家蝇的老熟幼虫以及黄粉甲蛹多活动剧烈,直接接蜂很难将其麻痹寄生,故采用药物麻醉后接蜂。寄主的麻醉处理分 3 种:1) 氯仿和酒精(1:10)混合液麻醉;2)80%酒精麻醉;3)乙醚麻醉(程惠珍等,1989)。麻醉处理时间为 6~8 min,每种处理重复 5 次,每次接蜂 15 管。接蜂方法、培养条件及观察内容同 1.3.1。

1.4 雌成蜂冷藏试验

选各供试寄主在 1 个月内育出的第 5 代雌成蜂,置于 8~10℃冰箱(RH 50%~60%)中贮藏,每次冷藏的蜂数为 40~50 头,3 次重复。每隔 2 天检查一次冷藏蜂的死亡情况,统计冷藏 30、60、90 和 120 天后的存活率。

1.5 回接试验

将各供试寄主育出的第 5 代蜂回接至其天然寄主粗鞘双条杉天牛上(回接时寄主体长约为 3 cm,蜂虫比 5:1),每次接蜂 15 管,重复 5 次。统计其寄生率、出蜂率、未成熟期的历期及其子代蜂的雌性比率,以比较不同寄主育出的第 5 代蜂的寄生、繁殖能力。

2　结果与分析

2.1　用不同寄主直接繁蜂的结果

直接接蜂时川硬皮肿腿蜂在苹眼天牛上的寄生率和出蜂率最高，分别达 88.2% 和 85%，其次是杉棕天牛和粗鞘双条杉天牛；而在家蝇和星天牛上川硬皮肿腿蜂均不能寄生，在玉米螟、桃蛀螟、大螟及黄粉甲上的寄生率和出蜂率均未超过 10%；在鞭角华扁叶蜂上川硬皮肿腿蜂的寄生率虽较高，达 65%，但出蜂率却很低，仅为 5%（表 2）。试验中发现，川硬皮肿腿蜂产在鞭角华扁叶蜂上的卵多数不能正常孵化，而且孵化出的幼虫也大多在其快速生长期就死亡。川硬皮肿腿蜂在各供试寄主上的未成熟期历期及其仔蜂的雌性比率差异不显著（表 2）。

表 2　川硬皮肿腿蜂在供试寄主上的寄生情况*

Table 2　Parasitism of *Scleroderma sichuanensis* on the tested hosts with direct inoculation

寄主 Host	供试寄主数 Number of hosts tested	寄生蜂 Wasp			
		寄生率 Parasitic rate（%）	出蜂率 Emergence（%）	未成熟期的历期 Immature duration（d）	后代雌性比率 ♀ in offspring（%）
杉棕天牛 *C. villosulum*	15×5	87.2±2.6 a	84.0±2.7 a	34.0±2.1 a	97.1±0.0 a
苹眼天牛 *B. dioica*	15×5	88.2±1.3 a	85.0±1.2 a	33.8±1.4 a	97.2±0.0 a
粗鞘双条杉天牛 *S. sinoauster*	15×5	85.2±1.3 ab	84.0±1.9 a	34.7±2.4 a	96.3±0.0 a
鞭角华扁叶蜂 *C. flagellicornis*	15×5	65.0±2.8 c	5.0±2.3 b	34.6±1.5 a	96.4±0.0 a
黄粉甲 *T. molitor*	15×5	6.8±2.6 d	5.6±2.3 b	34.7±2.1 a	97.2±0.0 a
玉米螟 *O. furnacalis*	15×5	8.6±2.1 d	6.2±1.3 b	34.9±2.2 a	95.1±0.1 a
桃蛀螟 *D. punctiferalis*	15×5	7.6±2.1 d	5.0±2.3 b	34.7±2.4 a	95.3±0.0 a
大螟 *S. inferens*	15×5	6.0±1.6 d	3.2±1.9 b	33.5±1.9 a	96.1±0.0 a
星天牛 *A. chinensis*	15×5	0	–	–	–
家蝇 *M. domestica vicina*	15×5	0	–	–	–

* 表中数据为平均值±标准差，同列数据后有不同字母表示差异显著（$P\leqslant0.05$）；供试蜂为在相应寄主上连续繁殖的第 5 代。后同。The data in the table indicate mean ± *SD* and those in the same column followed by different letters are significantly different at $P\leqslant0.05$. The tested wasp was the 5th generation successively reared on the corresponding tested hosts. The same for the following tables.

2.2　寄主麻醉后接蜂试验的结果

所有供试寄主用氯仿和酒精混合液麻醉后，川硬皮肿腿蜂均不能寄生。玉米螟、黄粉甲用酒精或乙醚麻醉后，川硬皮肿腿蜂的寄生率与出蜂率分别提高到 80% 和 71% 以上；而桃蛀螟和大螟经酒精麻醉后，川硬皮肿腿蜂的寄生率与出蜂率无显著变化；经乙醚麻醉的桃蛀螟、大螟均不能被川硬皮肿腿蜂寄生；星天牛经酒精麻醉后，川硬皮肿腿蜂仍不能寄生，但用乙醚麻醉后，其寄生率和出蜂率分别增至 70% 和 62.8%；家蝇经酒精或乙醚麻醉后，也未能被寄生（表 3）。

川硬皮肿腿蜂在药物麻醉后的各供试寄主上的未成熟期历期及产下的仔蜂的雌性比率均无显著差异（表 3）。

表 3　川硬皮肿腿蜂在麻醉后的寄主上的寄生情况

Table 3　Parasitism of *S. sichuanensis* on the hosts with inoculation after being anaesthetized

寄主 Host	麻醉剂 Anaesthetic	供试寄主数 Number of hosts tested	寄生蜂 Wasp			
			寄生率 Parasitization rate（%）	出蜂率 Wasp emergence（%）	未成熟期的历期 Immature duration（d）	后代雌性率 ♀ in offspring（%）
玉米螟 *O. furnacalis*	酒精 Alcohol	15×5	83.4±2.4 ab	75.6±1.9 a	35.1±2.2 a	96.1±0.1 a
	乙醚 Aether	15×5	84.0±1.6 a	77.8±2.6 a	34.8±2.3 a	96.2±0.0 a
黄粉甲 *T. molitor*	酒精 Alcohol	15×5	81.0±2.6 bc	72.2±2.9 b	35.2±1.8 a	96.3±0.0 a
	乙醚 Aether	15×5	80.2±2.8 c	71.4±2.9 b	34.5±2.2 a	97.2±0.0 a
星天牛 *A. chinensis*	酒精 Alcohol	15×5	0	–	–	–
	乙醚 Aether	15×5	70.0±1.6 d	62.8±1.9 c	34.7±2.0 a	96.2±0.0 a
桃蛀螟 *D. punctiferalis*	酒精 Alcohol	15×5	6.6±2.1 e	4.0±1.9 d	33.0±2.6 a	96.1±0.0 a
	乙醚 Aether	15×5	0	–	–	–
大螟 *S. inferens*	酒精 Alcohol	15×5	6.6±2.4 e	5.2±2.3 d	34.9±2.2 a	96.3±0.0 a
	乙醚 Aether	15×5	0	–	–	–
家蝇 *M. domestica vicina*	酒精 Alcohol	15×5	0	–	–	–
	乙醚 Aether	15×5	0	–	–	–

2.3 冷藏时间对雌成蜂存活的影响

不同寄主育出的川硬皮肿腿蜂第 5 代雌成蜂在 8℃ ~ 10℃、RH 50% ~ 60% 条件下贮藏 30、60、90 和 120 天后的存活率差异不显著(表 4)。

表 4 在 8℃ ~ 10℃下冷藏时间对不同寄主育出的雌成蜂存活的影响

Table 4 Effect of storage time at 8℃ – 10℃ on the survival rate (%) of *S. sichuanenis* female wasps from different hosts

繁蜂寄主 Host species	重复次数 Replication	供试蜂总数 Total of tested wasps	贮存时间 Storage time (d)			
			30	60	90	120
杉棕天牛 *C. villosulum*	3	130	94.6 ± 1.2 a	77.2 ± 2.0 b	48.3 ± 2.2 c	8.0 ± 2.7 d
苹眼天牛 *B. dioica*	3	128	95.3 ± 0.3 a	77.3 ± 2.1 b	52.0 ± 1.7 c	10.7 ± 2.0 d
粗鞘双条杉天牛 *S. sinoauster*	3	125	95.2 ± 0.2 a	75.0 ± 2.0 b	52.7 ± 2.8 c	10.7 ± 1.2 d
鞭角华扁叶蜂 *C. flagellicornis*	3	126	94.2 ± 0.9 a	74.3 ± 2.5 b	48.0 ± 2.6 c	9.7 ± 2.5 d
黄粉甲 *T. molitor*	3	123	94.1 ± 1.5 a	74.5 ± 1.5 b	51.7 ± 2.2 c	11.3 ± 2.1 d
玉米螟 *O. furnacalis*	3	122	93.9 ± 0.8 a	74.5 ± 1.5 b	50.7 ± 2.1 c	10.3 ± 2.5 d
桃蛀螟 *D. punctiferalis*	3	127	95.4 ± 4.7 a	75.3 ± 2.5 b	49.7 ± 0.6 c	8.0 ± 1.7 d
大螟 *S. inferens*	3	132	93.9 ± 1.4 a	75.0 ± 2.4 b	50.7 ± 2.1 c	10.0 ± 2.7 d
星天牛 *A. chinensis*	3	140	95.0 ± 1.5 a	77.3 ± 2.5 b	54.7 ± 2.2 c	11.0 ± 2.7 d

2.4 不同寄主繁育的川硬皮肿腿蜂对自然寄主粗鞘双条杉天牛的寄生情况

不同寄主育出的第 5 代川硬皮肿腿蜂雌成蜂回接到其天然寄主粗鞘双条杉天牛,其寄生率、出蜂率、未成熟期的历期、产仔数及仔蜂的雌性比率的差异均不显著(表 5)。

表 5 不同寄主育出的川硬皮肿腿蜂对自然寄主粗鞘双条杉天牛的寄生情况

Table 5 Parasitism of *S. sichuanenis* from different hosts on its natural host *S. sinoauster*

繁蜂寄主 Host species	供试寄主数 Number of tested hosts	寄生率 Parasitization rate (%)	出蜂率 Wasp emergence (%)	未成熟期历期 Immature duration (d)	产仔数 Fecundity	仔蜂雌性率 Female proportion in offspring (%)
玉米螟 *O. furnacalis*	15 × 5	83.8 ± 2.8 a	82.8 ± 2.5 a	34.3 ± 2.5 a	65.6 ± 2.5 a	97.1 ± 0.0 a
桃蛀螟 *D. punctiferalis*	15 × 5	87.2 ± 2.9 a	85.4 ± 2.5 a	34.7 ± 2.9 a	65.6 ± 2.4 a	97.3 ± 0.0 a
大螟 *S. inferens*	15 × 5	86.6 ± 2.3 a	85.8 ± 1.9 a	34.9 ± 2.5 a	65.1 ± 3.0 a	96.0 ± 0.0 a
鞭角华扁叶蜂 *C. flagellicornis*	15 × 5	86.6 ± 2.1 a	85.6 ± 2.4 a	34.5 ± 2.1 a	65.6 ± 2.7 a	96.2 ± 0.0 a
杉棕天牛 *C. villosulum*	15 × 5	85.2 ± 1.9 a	83.6 ± 2.5 a	33.4 ± 2.2 a	65.0 ± 2.9 a	97.3 ± 0.0 a
粗鞘双条杉天牛 *S. sinoauster*	15 × 5	86.4 ± 2.3 a	84.6 ± 1.5 a	34.2 ± 2.2 a	66.3 ± 2.7 a	97.1 ± 0.0 a
苹眼天牛 *B. dioica*	15 × 5	86.6 ± 1.8 a	85.0 ± 1.6 a	34.4 ± 2.9 a	66.3 ± 2.5 a	97.2 ± 0.0 a
黄粉甲 *T. molitor*	15 × 5	85.4 ± 2.5 a	83.4 ± 2.3 a	35.5 ± 2.1 a	66.0 ± 2.4 a	96.4 ± 0.0 a
星天牛 *A. chinensis*	15 × 5	86.4 ± 2.7 a	85.0 ± 2.0 a	33.2 ± 2.8 a	66.7 ± 2.2 a	95.4 ± 0.0 a

3 讨论

衡量寄主对寄生蜂适合程度的指标很多,本试验所探讨的寄主适合性是在室内试验条件下,某种寄主作为人工繁育川硬皮肿腿蜂的替代寄主的适合性。根据人工繁蜂的结果可将 10 种供试寄主划分为 4 类:1)自然适合寄主,如杉棕天牛、粗鞘双条杉天牛和苹眼天牛;2)一般不适合用于繁蜂的寄主,如鞭角华扁叶蜂;3)经药物处理后适合用于繁蜂的寄主,如黄粉甲、玉米螟和星天牛;4)经药物处理后仍不适合用于繁蜂的寄主,如桃蛀螟、大螟和家蝇。由于天牛类的世代周期长,人工繁殖困难,不能在短期内大量获得,因而繁蜂成本较高。用黄粉甲和玉米螟作为替代寄主的适合性虽然比杉棕天牛、粗鞘双条杉天牛和苹眼天牛稍低,但它们的世代周期较短,且易于人工繁殖,能在短期内大量获得,因而繁蜂成本较低,而且繁育出的蜂与对照蜂寄生、繁殖能力差异不显著,因此这两种供试寄主是繁育川硬皮肿腿蜂的优良替代寄主。这两种优良替代寄主的成功筛选将使该蜂的人工繁育不再完全依赖天牛类作为繁蜂寄主,并可逐步走向规模化的工业化生产,大大降低繁蜂成本,更有利于该蜂的推广和应用,促进天牛类害虫生物防治工作的开展。

寄生蜂的寄主选择是一个非常复杂的过程(Vinson and Iwantsch,1980),影响寄主适合性的因素也很多,其中最主要的是寄主本身的活动能力、物理性状及营养质量(侯照远和严福顺,1997)。在本试验中,作者采用药物麻醉的方法,在一定程度上削弱一些原本运动剧烈的供试寄主(如星天牛和玉米螟)

的活动，或改变寄主（如黄粉甲）体壁的物理性状，使其在一定时间内保持柔软性，从而改善它们作为繁殖川硬皮肿腿蜂替代寄主的适合性，大大提高了川硬皮肿腿蜂在这三种供试寄主上的寄生率和出蜂率。但试验药物对黄粉甲的生理活动究竟产生了什么影响及川硬皮肿腿蜂对寄主的具体营养要求等有待进一步研究。此外，据试验观察，川硬皮肿腿蜂寄生于鞭角华扁叶蜂后，其产卵量较高（平均每头寄主上产有 30 ~ 40 粒蜂卵），而出蜂率和育出的成蜂量（1 ~ 5 头蜂/管）均很低，其原因尚待进一步探讨。

参 考 文 献 (References)

Cheng HZ，Lu MJ，Lin QZ，1989. Use of Asian corn borer，*Ostrinia furnacals*（Lep.：Pyralidae）as the factitious host for mass rearing *Scleroderma guani*（Hym.：Bethylidae）. *Chinese Journal of Biological Control*，5 (4)：145 – 148. [程惠珍，卢美娟，林谦壮，1989. 用玉米螟作寄主繁殖管氏肿腿蜂. 生物防治通报，5(4)：145 – 148]

Hou ZY，Yan FS，1997. Progress in the study on host selection behaviors of parasitic wasps. *Acta Entomological Sinica*. 40 (1)：94 – 103. [侯照远，严福顺，1997. 寄生蜂寄主选择行为研究进展. 昆虫学报，40 (1)：94 – 103]

Vinson SB，Iwantsch GF，1980. Host suitability for insect parasitoids. *Annu. Rew. Entomol.*，25：397 – 419.

Wang XG，Liu SS，Cheng XB，1997. Host age preference and suitability of *Diadromus collaris*，a major pupal parasite of *Plutella xylostella*. *Chinese Journal of Biological Control*，13 (3)：101 – 105. [汪信庚，刘树生，程晓波，1997. 小菜蛾主要天敌颈双缘姬蜂对寄主蛹龄的选择性和适合性. 中国生物防治，13(3)：101 – 105]

Xiao GR，1995. Two new species of the genus *Scleroderma* from China (Hymennoptera：Bethylidae). *Forest Research*，8(Mem.)：1 – 5. [萧刚柔，1995. 天牛的两种新寄生天敌——川硬皮肿腿蜂及海南硬皮肿腿蜂(膜翅目 :肿腿蜂科). 林业科学研究，8(专刊)：1 – 5]

Zeng CH，Yang DM，Ye WJ，Zhou ZJ，Yang W，1997. Research on manual reproduction techniques of *Scleroderma sichuanensis*. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*，18 (3)：14 – 17. [曾垂惠，杨德敏，叶伟军，周祖基，杨伟，1997. 川硬皮肿腿蜂的人工繁育技术研究. 四川林业科技，18(3)：14 – 17]

Zhou ZJ，Yang W，Zeng CH，Yang DM，Ye WJ，1997. A preliminary study on the bionomics of *Sclerodema sichuanensis* (Hymenoptera：Bethylidae). *Scientia Silvae Sinicae*，33 (5)：475 – 479. [周祖基，杨伟，曾垂惠，杨德敏，叶伟军，1997. 川硬皮肿腿蜂生物学特性的研究. 林业科学，33(5)：475 – 479]

（责任编辑 :袁德成）